

既有线改建市域铁路客流量低迷原因及对策*

徐行方^{1,2} 王皓月^{1,2} 黄 洁^{1,2} 洪世奇³

(1. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海;

2. 上海市轨道交通结构耐久与系统安全重点实验室, 201804, 上海; 3. 香港大学工业与制造系统工程系, 999077, 香港)

摘 要 [目的] 针对目前由既有线改建而成的市域铁路普遍存在的客流量低迷问题, 有必要系统分析其原因并提出相应对策, 以提升运营效益, 便利市郊旅客出行。[方法] 通过对长江三角洲地区 3 条既有线改建的市域铁路进行调研, 特别是对上海金山铁路全年客流量进行多维度分析, 从时间和空间两个维度总结客流分布特点。基于定量分析, 归纳市域铁路客流构成及时空波动特征; 结合线路工作人员长期观察, 定性分析客流需求及市域铁路对沿线居民的影响。综合定量与定性分析结果, 针对 3 条市域铁路的具体客流现状, 重点分析影响市域铁路客流量的因素, 并提出提高市域铁路客流量的措施。[结果及结论] 我国市域铁路客流量低迷的主要原因包括: 市域客流自身特征因素, 线路条件的局限性, 列车开行方案的局限性, 出行便捷性不足, 以及市场竞争力不强等。提高市域铁路客流量的措施包括: 完善线网规划与建设, 提升线路通过能力, 优化列车开行方案, 完善线路间的衔接换乘, 坚持公益性票价政策, 推进公交引导发展综合改造等。

关键词 市域铁路; 改建线路; 客流量低迷

中图分类号 U239.5

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2025.01.041

Reasons for Low Passenger Flow of City Railway Renovated from Existing Lines and Countermeasures

XU Xingfang^{1,2}, WANG Haoyue^{1,2}, HUANG Jie^{1,2}, HONG Shiqi³

(1. The Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Ministry of Education, Tongji University, 201804, Shanghai, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Rail Infrastructure Durability and System Safety, Tongji University, 201804, Shanghai, China; 3. Department of Industrial and Manufacturing System Engineering, The University of Hong Kong, 999077, Hong Kong, China)

Abstract [Objective] Recently, the passenger flow in the city railway renovated from existing lines is generally low, it is necessary to systematically analyze the reasons and put forward

corresponding countermeasures to improve the operational efficiency and facilitate the travel of suburban passengers. [Method] Based on researches of 3 city railways renovated from existing lines in Yangtze River Delta region, especially the multi-dimensional analysis of the annual passenger flow in Shanghai Jinshan Railway, the characteristics of passenger flow distribution are summarized from time and space two dimensions. The composition of the city railway passenger flow and the characteristics of its temporal and spatial fluctuations are summarized based on the quantitative analysis. The passenger flow demand and the impact of the city railway on the residents along the line are qualitatively analyzed according to the long-term observation of the railway staff. Combining the results of the quantitative and qualitative analyses and focusing on the specific passenger flow status of the 3 city railways, factors affecting the city railway passenger flow volume are analyzed in detail, corresponding measures to increase the passenger flow volume are put forward. [Result & Conclusion] The reasons for the city railway low passenger flow in China mainly include factors related to the characteristics of city passenger flow itself, limitations of line condition, limitations of train operation plan, insufficient travel convenience, and weak market competitiveness. The countermeasures include improving the planning and construction of the line network, enhancing the line passing capacity, optimizing train operation plans, improving the connection and transfer between lines, adhering to the public welfare fare policy, promoting the comprehensive transformation guided by public transportation and etc.

Key words city railway; reconstructed line; low passenger flow

发展市域铁路有利于构建现代交通网, 推进新型城镇化建设^[1]。目前我国已投入运营的市域铁路中, 普遍存在客流量不足的现象。文献[2]以上海金山铁路为例, 分析市域铁路客流时空分布特征, 总结了市域铁路的问题并提出改进建议; 文献

* 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(2021F023)

[3]以北京开通的3条市郊铁路为背景,分析3类重要影响因素并提出客流量提升对策;文献[4]基于北京市副中心线客流特征及影响因素分析,提出客流量提升建议;文献[5]调查分析成灌市域铁路客流量不均衡情况,提出针对开行方案和市场营销策略的优化建议。为了提高市域铁路的客流量,需要针对客流量不足的原因进行研究,但现有文献在这方面存在不足。本文以长江三角洲地区的既有线改建市域铁路为例,在客流特征的基础上,重点分析客运量低迷的原因及对策,为提高市域铁路客流量,优化列车开行方案提供决策依据。

1 市域铁路客流特征分析

1.1 市域铁路客流构成

市域铁路主要客流可分为两类:一类以通勤旅客为主,如上海金山铁路(通勤客流比例达63.32%);另一类衔接景点,旅游休闲客流占比较大,如绍兴轨道交通城际线旅游客流占比达42.00%。市域客流在工作日和节假日的构成不同,线路特征也随之转变,它们往往同时具有通勤、旅游等多重特征。

1.2 市域铁路客流时空波动特征

1.2.1 时间分布

1) 客流小时波动。市域铁路主要承担中心城区和卫星城镇之间的日常通勤、通学需求,旅客出行集中于工作日早晚高峰时段。金山铁路早高峰(06:00—08:00)上行客流量约占全日的50%。高峰时段运能紧张,而非高峰时段上座率低。此外,由于市域客流运距较长,大部分旅客早出晚归,因此,节假日市域客流也具有较明显的潮汐式特点,其早晚高峰时段略长于工作日。

2) 客流日间波动。市域铁路客流日间波动是由其客流构成决定的。由于市域铁路的主要客流构成是通勤、通学人员,因此大部分市域铁路工作日客流大于非工作日。金山铁路2018年10月1周内(10月15日—10月21日)日客流量波动如图1所示。由图1可见:工作日客流量比双休日客流量高20.0%左右,周一、周五客流量又比其他工作日高12.5%。若市域铁路连接的卫星城镇具有旅游资源,则会呈现相反的趋势,如成灌快速铁路节假日客流量明显高于工作日客流量。

1.2.2 空间分布

1) 方向客流量波动大。市域铁路客流具有明显的潮汐特征,早高峰时段客流量集中自城市外围

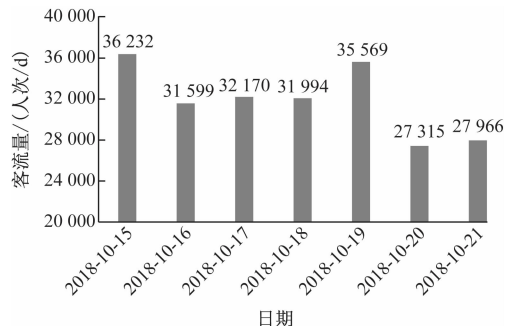


图1 上海金山铁路客流量波动图

Fig. 1 Histogram of passenger flow fluctuation of Shanghai Jinshan Railway

区域流向中心城区,晚高峰时段则相反。

2) 中长途客流量比重大。大部分外围旅客需通过市域铁路进入中心城区,目标站大多在中心城区,中长途客流量比重大,有利于组织大站快车及直达列车,从而充分发挥市域铁路在中长运距上的速度优势。

3) 线路端点站到发客流量大。市域铁路两端站到发量一般远大于中间站。金山铁路上海南站旅客发送量占比为46.2%,金山卫站旅客发送量占比为31.0%,其余6个中间站旅客发送量之和占比仅为22.8%,参见图2。

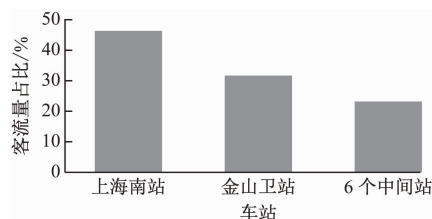


图2 上海金山铁路2019年各站客流量占比

Fig. 2 Proportion of passenger flow at each station of Shanghai Jinshan Railway in 2019

4) 断面客流量的波动性。部分市域铁路的断面客流量呈现递远递减的特征,即随着离中心城区距离的增加,断面客流量逐步呈现下降规律。

2 市域铁路客流量影响因素

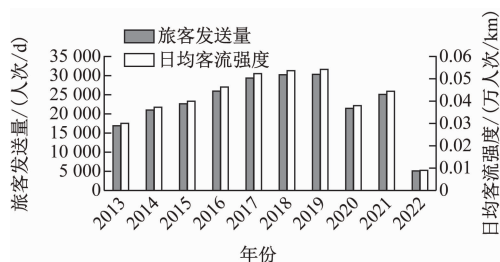
2.1 客流现状分析

除部分线路早晚高峰时段以外,我国市域铁路客流量普遍不高,列车平均满载率低,运能资源未能得以充分利用。为反映市域线路客流量水平及运营效率,通常采用线路日均客流强度(线路日均客运量与其运营线路长度之比)指标。目前,我国对市域铁路初期日均客流强度指标未明确规定。

国内运营较成功的具有市域铁路特征的城市轨道交通 2018 年日均客流强度为 0.24 万人次/km^[6]。文献[6]认为新建市域铁路日均客流强度指标初期不应低于 0.20 万人次/km。

2.1.1 金山铁路

金山铁路自 2012 年 9 月运营,到 2022 年 6 月,全线共发送旅客 8 450.5 万人次。2013—2019 年,日均旅客发送量从 16 974 人次持续扩大至 30 426 人次,增长了 1.8 倍。但自 2017 年起,客流量增长趋于平缓,2018 年与 2019 年基本持平并接近峰值。上海金山铁路日均旅客发送量和日均客流强度如图 3 所示。



注:2022 年只统计了 6 月份相关数据。

图3 上海金山铁路日均旅客发送量和日均客流强度

Fig.3 Average daily passenger delivery volume and passenger flow intensity of Shanghai Jinshan Railway

2020 年受新型冠状病毒肺炎疫情影响,客流量明显下降(2022 年 4、5 月份该线路停止运营,上半年日均客流量大幅下降)。考虑到新型冠状病毒肺炎疫情影响为非正常事件,本文主要分析 2019 年前的客流量状况。以客流量最高的 2019 年为例,日均客流强度仅为 0.054 万人次/km,远达不到建议指标值。

2.1.2 萧甬铁路

目前萧甬铁路包含了宁波和绍兴市域铁路,其中,宁波站至绍兴站区段全长 48.7 km,投入运营已

有 5 年多。萧甬铁路日均旅客发送量和日均客流强度如图 4 所示。由图 4 可见:2017—2019 年日均旅客发送量增长速度较快,2018 和 2019 年的增长率分别为 21.2% 和 35.0%;2019 年日均客流量 4 300 人次,已达目前客流量峰值,但日均客流强度也仅为 0.008 8 万人次/km,远低于 0.200 0 万人次/km 的建议值。

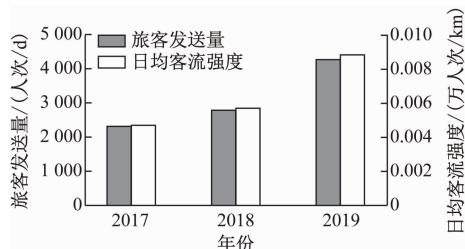


图4 萧甬铁路日均旅客发送量和日均客流强度

Fig.4 Average daily passenger delivery volume and passenger flow intensity of Xiaoshan-Ningbo Railway

2.1.3 连云港市域铁路

连云港市域铁路自 2019 年 12 月开始运营,以通勤客流为主,主要服务铁路职工和港口职工,以及少量高铁中转和旅游休闲客流。受新型冠状病毒肺炎疫情影响,该条线路于 2022 年 3 月 6 日停运。运营时共开行市域列车 15 563 列,总计发送旅客 35.31 万人次,日均旅客发送量仅 444 人次。连云港市域铁路日均旅客发送量和日均客流强度如图 5 所示。

为扩大影响,该条线路在运营初期曾实行免票政策,日均旅客发送量达 572 人次。2021 年开始收取 3 元票价后,日均旅客发送量下降到 344 人次,下降幅度达 40%,可见,旅客对于票价有一定的敏感性。该条铁路线路日均客流强度仅为 0.001 3 万人次/km,低于上海金山铁路和萧甬铁路。

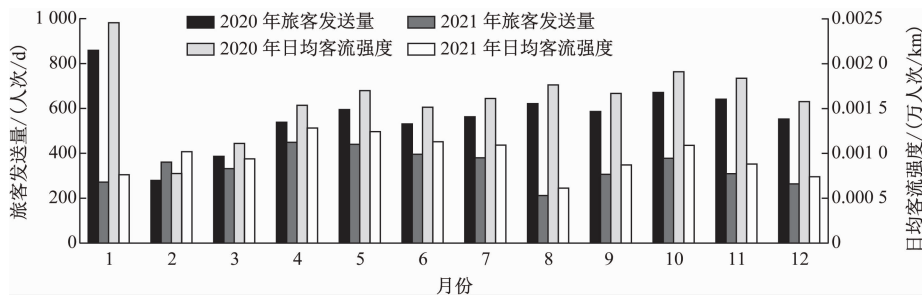


图5 连云港市域铁路日均旅客发送量和日均客流强度

Fig.5 Average daily passenger delivery volume and passenger flow intensity of Lianyungang City Railway

2.2 市域铁路客流量低迷的原因分析

2.2.1 市域客流自身特征因素

市域铁路客流时空分布落差大。时间上,早晚高峰时段客流量较大,其他时段客流量小;空间上,客流具有潮汐特征,早晚高峰仅一个方向客流量较大。市域客流的特征使其日均客流量相对较低。

2.2.2 线路条件的局限性

市域铁路线路特征体现在线网密度、线路走向及线路制式等方面,其先天条件决定了客流规模。

1) 线网密度低。市域铁路主要服务城市周边城镇及组团,线路密度比市区低,换乘节点少。

2) 改建线路走向偏。改建前原线路功能以货运为主,沿线居民分散,人口聚集度低,产业以农业为主,土地开发强度不足,与客运走廊不一致,客流量相应较低,远达不到市区轨道交通的量级。

3) 沿途设站少,吸引范围窄。由于既有铁路站间距较大,受市域铁路制式限制,需要维持较大的平均站距,沿线客流吸引范围具有局限性。

2.2.3 列车开行方案的局限性

1) 通过能力的限制。利用既有线改造的市域铁路,或利用既有线富裕能力开行市域列车的线路,通过能力往往受到限制。为保证干线列车数量和质量要求,需要市域列车做出让步,导致市域列车开行对数和密度受限。此外,受天窗期制约,萧甬铁路和东陇海铁路的天窗时间在 09:30—16:30,此时市域列车几乎处于停运状态,无法公交化运营。

2) 开行方案欠佳。目前市域列车开行方案普遍存在列车对数少、开行间隔长、运行规律性弱等问题。市民出行时间是离散的,若列车发车频次稀疏,与旅客出行计划相契合的概率小,则无法满足随到随走的出行条件。

2.2.4 出行便捷性不足

1) 中转换乘便捷性不足。市域铁路受既有铁路地理条件限制,大部分车站远离商业和生活区,车站周边衔接的公共交通少,无法实现便捷换乘。

2) 进出站便捷性不足。铁路客运在安检、检票、候车等环节的要求较高,部分市域铁路未能实现便捷的进出站模式。

2.2.5 市场竞争力不强

1) 其他交通方式的影响。与其他既有客运方式相比,市域列车开通时间较晚,而其他交通方式在线位走向、市场占有等方面具有先发优势。例如连云港 BRT(快速公共交通)系统和市域铁路线路走向平行,而 BRT 线位更加靠近市区,且设站灵活、

换乘方便、票价便宜,更具竞争优势。萧甬铁路的绍兴段与绍兴地铁 1 号线的走向部分重合,也存在类似问题。

2) 出行总成本较高。通过市域铁路出行旅客的总成本相对较高:①线路设计速度高,使市域列车的票价也高于城市轨道交通;②市域列车直达性不足,中转换乘费用使旅客“门到门”出行总成本较高。

3 提高市域铁路客流量的措施

市域客流因自身固有的客流特征,日均客流总量相对较低。此外,由于市域客流运距较长,客运周转量是一个较全面的评价指标。既有线改建市域铁路存在多方面不利因素,需充分论证改建方案的可行性,不能仅节省投资费用,还需分析其不利因素与实施条件。除了需要构建合理的管理模式与管理机制,完善顶层设计外,市域铁路客流量扩大的途径与措施有如下六个方面。

3.1 完善线网规划与建设

在与城市总体规划、交通规划相协调的基础上,提前编制市域铁路发展规划,完善市域铁路线网建设,尽可能与其他线路具备互联互通和便捷换乘的条件,以扩大客流吸引范围。如将金山铁路与浦东铁路、金平铁路(金山至浙江平湖)相连通,宁波至象山市域(郊)铁路与萧甬铁路之间贯通运营等。

3.2 提升线路通过能力

通过能力往往是限制市域列车在既有线上开行对数的关键因素。如金山铁路通过能力受制于上海南站至莘庄站间共线段,目前该区段正在新建正线,届时通过能力将得以大幅提升。

提升线路通过能力还可以通过调整综合维修天窗时间,为白天时段加密列车提供运能空间。如宁波市域铁路、连云港市域铁路的天窗时间应尽可能避开市域旅客日常出行的时间。

此外,根据线路条件和设计速度,适当提高市域列车运行速度,有利于压缩在途时间,提高市域列车的通过能力和竞争力。例如,鉴于城市轨道交通在站位、换乘便捷性及票价等方面的优势,萧甬铁路绍兴段的市域列车应重点提升旅行速度,以在出行时间上形成竞争优势。

3.3 优化列车开行方案

市域铁路客流量与市域列车开行方案呈正相关。以客流市场为基础,不断优化列车开行方案,实现灵活的公交化运营。具体对策有:

1) 在方向客流不平衡系数较大时,组织上下行

列车不成对运行。

2) 选择快慢车开行方案,以更好地满足中长途客流快速出行的需要。

3) 采用大小交路列车开行方案,以更好地适应不同断面客流需求。

4) 通过制定列车发车间隔,使得列车发车时间变得易于居民记忆,进而方便居民将列车发车时刻与个人出行计划相匹配,以此提升市民对市域列车的满意度。

3.4 完善线路间的衔接换乘

尽可能实现市域铁路与其他交通方式的便捷换乘,除了尽早规划市域铁路与其他线路衔接外,应加快推进轨道交通的网络化运营。同时考虑到互联互通的可行性,需采取落实联程优惠、协同优化时刻表,以及实现列车跨线运行等策略。

对市域铁路沿线站点进行市政配套工程改造:

1) 与城市慢行交通衔接。考虑共享单车、电动车的出行需求,在客流量较大的车站配套建设停车场及电动车充电基础设施。

2) 与公共交通衔接。新增或调整接驳线,提高运营时间灵活性,解决“最后 1 km”难题。

3) 与机动化交通衔接。综合考虑出租车、网约车、私家车的出行需求,规划落客区域,配套建设基础设施,并提高衔接换乘的便捷性。

3.5 坚持公益性票价政策

市域铁路属于城市公共交通的服务范畴,票价需执行相应的补贴政策。考虑到市域铁路沿线区域经济水平相对较低,旅客对票价敏感,市域铁路应坚持公益性票价政策,但过度降低票价不利于市域铁路的可持续发展。在此基础上,将市域铁路的票务系统同城市轨道交通与公共交通系统相融合,采取建立付费区换乘通道,进行票据互认等措施。

3.6 推进公交引导发展综合改造

TOD(公交引导发展)是一种以公共交通为导向的综合发展模式。市域铁路客流量与沿线土地开发强度紧密相关,其连接的卫星城镇大多具有旅游资源,应充分挖掘节假日旅游客流,对车站进行 TOD 综合改造,提高公共交通使用率,实现与土地开发均衡发展。

4 结语

本文以长江三角洲地区的主要市域铁路线路为背景,在分析市域铁路客流特征和现状的基础上,指出我国市域铁路客流量低迷的原因,主要包

括既有有线改造的局限性、列车开行方案的限制等。对提高市域铁路客流量的措施进行了研究,提出了包括提高线路通过能力、优化列车开行方案等建议,对改善市域铁路客流量低迷的现状具有参考意义。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展的意见[EB/OL]. (2020-12-17) [2022-11-08]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-12/17/content_5570364.htm.
National Development and Reform Commission of the People's Republic of China. Opinions on accelerating the development of urban (suburban) railways in urban agglomerations [EB/OL]. (2020-12-17) [2022-11-08]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-12/17/content_5570364.htm.
- [2] 杨晨,孙世超,王祥,等. 市域铁路客流特征分析及启示——以上海金山铁路为例[C]//2018年中国城市交通规划年会论文集. 北京:中国建筑工业出版社,2018:3421.
YANG Chen, SUN Shichao, WANG Xiang, et al. Analysis of passenger flow characteristics of city railway and its implications-taking Shanghai Jinshan railway as an example [C]//Proceedings of the Annual Conference on Urban Transportation Planning in China in 2018. Qingdao: China Architecture Publishing Media Co., Ltd., 2018:3421.
- [3] 王静,杨超,廖唱,等. 市郊铁路客流规模影响因素分析及提升客流对策研究[J]. 现代城市轨道交通, 2020(11): 99.
WANG Jing, YANG Chao, LIAO Chang, et al. Analysis of factors affecting passenger traffic volume of suburban railways and countermeasures to improve passenger traffic[J]. Modern Urban Transit, 2020(11): 99.
- [4] 郑小康. 北京市郊铁路城市副中心线客流特征分析与思考[J]. 现代城市轨道交通, 2021(8): 90.
ZHENG Xiaokang. Analysis and reflections about passenger flow characteristics on Beijing suburban railway sub-center line[J]. Modern Urban Transit, 2021(8): 90.
- [5] 李璐,马驹,彭艳梅. 成灌市域铁路客流特征分析及市场营销策略探讨[J]. 中国铁路, 2011(7): 72.
LI Lu, MA Si, PENG Yanmei. Analysis of passenger flow characteristics and discussion on marketing strategy of Chengdu-Dujiaoguan urban railway [J]. Chinese Railways, 2011(7): 72.
- [6] 潘昭宇. 都市圈轨道交通规划建设关键问题研究[J]. 都市轨道交通, 2020, 33(6): 7.
PAN Zhaoyu. Key issues in rail transit planning and construction in metropolitan areas[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2020, 33(6): 7.

· 收稿日期:2023-02-01 修回日期:2023-03-05 出版日期:2025-01-10
Received:2023-02-01 Revised:2023-03-05 Published:2025-01-10
· 第一作者:徐行方,教授,xfx@tongji.edu.cn
通信作者:王皓月,硕士研究生,1156159686@qq.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license